

⑨ 日本国特許庁(J P)

⑩ 特許出願公表

⑫ 公表特許公報(A)

平4-501517

⑬ 公表 平成4年(1992)3月19日

⑭ Int. Cl.³
A 61 F 9/08
11/04

識別記号

庁内整理番号
7038-4C
7038-4C

審査請求 未請求
予備審査請求 有

部門(区分) 1(2)

(全 12 頁)

⑮ 発明の名称 人工装具の情報を脳に伝達する装置及び方法

⑯ 特 願 平1-508412

⑰ 出 願 平1(1989)7月14日

⑱ 翻訳文提出日 平3(1991)1月22日

⑲ 国際出願 PCT/US89/03070

⑳ 国際公開番号 WO90/00912

㉑ 国際公開日 平2(1990)2月8日

優先権主張 ㉒ 1988年7月22日 ㉓ 米国(U S) ㉔ 222,882

㉕ 発 明 者 リッチモンド, バリー・ジェイ アメリカ合衆国、20814 メリーランド、ベセスダ、エルスミア・アヴェニュー 5306

㉖ 発 明 者 オブティカン, ランス・エム アメリカ合衆国、20854 メリーランド、ボトマツク、セヴン・ヒル・レイン 11046

㉗ 出 願 人 ア メ リ カ 合 衆 国 アメリカ合衆国、22161 ヴァージニア、スプリングフィールド、ポート・ロイヤル・ロード 5285

㉘ 代 理 人 弁理士 奥山 尚男 外2名

㉙ 指 定 国 A T(広域特許), A U, B E(広域特許), C H(広域特許), D E(広域特許), F R(広域特許), G B(広域特許), I T(広域特許), J P, L U(広域特許), N L(広域特許), S E(広域特許)

浄書(内容に変更なし)

請求の範囲

1. 外部刺激に関する装具の情報を脳に伝達する装置にして、前記外部刺激を感知する手段と、

前記感知した外部刺激を前記シミュレートされた神経細胞信号中の時間により変化する成分の存在から前記感知した外部刺激の多数の特性に関する情報を包含するシミュレートされた神経細胞インパルスを脳に伝達する手段とを備えることを特徴とする装置。

2. 外部刺激に関する装具の情報を脳に伝達する方法にして、前記外部刺激を感知する段階と、

前記感知した外部刺激を前記シミュレートされた神経細胞信号中の時間により変化する成分の存在から前記感知した外部刺激の多数の特性に関する情報を包含するシミュレートされた神経細胞信号に変換する段階と、

前記シミュレートされた神経細胞インパルスを脳に伝達する段階とを備えることを特徴とする方法。

浄書(内容に変更なし)

明 細 書

発明の名称

人工装具の情報を脳に伝達する装置及び方法

発明の背景

本発明は、人工装具により得られた知覚情報を脳に伝達し、知覚作用を形成する技術に関する。特に、本発明は、知覚的、可聴的又は触覚的情報を暗号化した形態にて脳に伝達し、患者側に関連的に関連した知覚作用を生じさせる技術に関する。

通常の環境下にて、健康な人間は、適当な型式の受容体により検出された外部環境からの刺激を受ける。例えば、眼の光受容体は光を検出し、各光受容体は受けた刺激を神経細胞インパルスに変換する。この刺激エネルギーを神経細胞インパルスに変換することは、光受容体に関係する1又は2以上の神経細胞内で行われる。次に、各神経細胞は、神経細胞スパイクシーケンスを発生させ、脳がこのシーケンスを使用して、知覚作用を得る。各々が多くの神経細胞スパイク列を伝達する多くの神経細胞を組み合わせるにより、完全な又は全体的な知覚作用が得られる。

シミュレートされた神経細胞スパイク又はパルス列は、患者の頭、脊柱又神経細胞の選択された領域に付与されたとき、その患者に知覚作用を生じさせ得るこ

とが公知である。更に、脳は、頭の適当な部分又はその内部の特定の部分が特別の知覚作用に関連するように「割り当て」られている。電極を適当な位置に配置し、電気パルスによって刺激することで知覚作用が生じる。例えば、筋皮質上に配置され、励起させた神経細胞インパルス列が伝達される電極によって、ある種の視覚が得られる。

筋皮質といった特定の位置にパルスを反復的に作用させると、ある種の認識可能な像が生じる。しかし、形状、発光、及び色に関する有意義な情報は伝達されない。現在では、全ての特性の感覚に関する情報の内容は、所定の時間中に生じる神経細胞パルスの数により決める暗号化スキームに基づいており、例えば、神経細胞パルス数の増加は、パラメータがより強力に感知された結果によるものであると考えられている。しかし、この暗号化スキームによれば、各神経細胞が1つの特性の感覚の暗号化しか許容されない。この暗号化スキームに賛成する者は、多数の神経細胞は、感知すべき各種の特性の感覚を包含し、知覚が行われると考える。しかし、かかる集団的暗号化スキームを使用して、これら各種の特性がいかに認識されるかを明らかにすることは出来なかった。この集団的暗号化スキーム原理を使用して、外部刺激を感知して脳に情報を伝達し、有意義な知覚作用が行われるようにし得る人工装置を開発することは不可能であった。

れた神経細胞インパルス列を平行に伝達して知覚作用を可能にする。

本発明は、1系統の特性知覚関数をそれぞれの時間的神経細胞フィルタと組み合わせる。これら特性関数及び神経細胞フィルタを介して知覚されたパラメータを処理する結果、脳が外部刺激を知覚するのを許容する適正に時間と共に変化する成分を含むシミュレートされた神経細胞インパルス列又はスパイク列が生じる。このシミュレートされたスパイク列を自然に暗号化する方法により、脳の固有の機構がその意味を解釈することが可能となる。

本発明は、自然に生じるスパイク列を、シミュレートされたスパイク列に基づく知覚が外部刺激又はパラメータに間接的に関係するように時間的変調スキームによりシミュレートするシミュレートされた神経スパイク列を通じて、光、音又は感覚のような環境的パラメータの知覚を可能にする点で有利である。

図面の簡単な説明

第1図は人間の脳の視覚皮質を刺激するシミュレートされた神経細胞インパルス列を発生させるシステムの部分的略図のブロック線図、

第2図は本発明のシステムの部分的略図のブロック線図、

第3図は、第1図、及び第2図を読む方法を示す図、

第4図は横軸が時間を示し、縦軸が大きさを示す第

発明の概要

上記に鑑み、本発明の目的は、人工装置の情報を脳に伝達する装置及び方法を提供することである。

本発明の別の目的は、視覚的、可聴的又は触覚的知覚情報の有意義な暗号化を許容する装置及び方法を提供することである。

本発明の更に別の目的は、身体内の神経細胞により自然に発生される神経細胞インパルス列を模倣するシミュレートされた神経細胞インパルス列を発生させる装置及び方法を提供することである。

これら目的及びその他の目的に鑑み、本発明は、時間と共に変化する成分を含む励起された神経細胞インパルス列の形態の人工装置の情報を脳に伝達する装置及び方法を提供するものである。この時間と共に変化する成分は、自然の神経細胞パルス内に存在する時間と共に変化する成分に対応し、多数の特性の知覚に関する情報をシミュレートされた神経細胞インパルス列内に保持することを許容するものである。

本発明の装置及び方法は、センサアレーにより外部刺激を感知するものである。これら各センサの出力を利用して、各センサに関係するシミュレートされた神経細胞インパルス列を求める。各センサは通路として機能し、該通路がそのシミュレートされた神経細胞インパルス列を適当な知覚位置に送り、その知覚の感知が可能であるようにする。通路列は、シミュレートさ

1の自然の形質転換を示すグラフ、

第5図は左軸が0乃至315msの範囲のミリ秒による時間を示し、右軸が対応する大きさを示す第4図の自然の形質転換に関する量的データを提供する表、

第6図は横軸が時間を示し、縦軸が大きさを示す第2の自然の形質転換のグラフ、

第7図は左軸が0乃至315msの範囲のミリ秒による時間を示し、右軸が対応する大きさを示す第6図の自然の形質転換に関する量的データを示す表、

第8図は横軸が時間を示し、縦軸が大きさを示す第3の自然の形質転換のグラフ、

第9図は左軸が0乃至315msの範囲のミリ秒による時間を示し、右軸が対応する大きさを示す第8図の自然の形質転換に関する量的データを示す表、

第10図はデジタル型式にて各種の形質転換を実行する格納されたプログラムにより制御されるプロセッサの略図的なブロック図、

第11図はデジタル値を筋皮質を刺激して患者の視覚的知覚作用を提供するのに適した時間的に変調させたスパイク列に変換する制御10のシーケンスを示すフロー線図、

第12図は像パターン、その15の対応する時間的暗号、及び視覚皮質を刺激し、像パターンの関数である知覚を提供するのに適した対応する時間的に変調させたスパイク列の図、

第13図は像パターン、その20の対応する時間的暗号、及び視覚皮質を刺激し、像パターンの関数である知覚を提供するのに通した対応する時間的に変調させたスパイク列の図である。

好適な実施例の説明

環境パラメータから励起されたシミュレートされた神経細胞パルスを発生させると共に、

環境的な30のパラメータの関数的に関連した知覚作用を作用させるように脳を刺激するための関数的に関連した「スパイク」列を提供する本発明の一例としてのシステムが第1図及び第2図に図示されており、全体として参照符号10で示されている。該システム10は、画像を形成する光の変化の形態にて環境パラメータを感知し、時間的に変調した対応するスパイク列、即ち、パルス位置が変調されたパルスを提供し得るように形成されており、該システムは、患者の脳の一部を刺激するのに使用した場合、感知された光又は像に関数的に関連する知覚を形成する。第1図に図示するように、システム10の一実施例は、個々の8つの光受容体14から成るアレーを備えている。第1図において、16個の光受容体14が実線で図示されており、全体として符号18で示したそれぞれの出力線上に提供される対応する電気信号に環境の光を変換するための1つの副画像情報チャネルに対する入力サブアレー12が図示されている。了知されるように、その他の光受容体14もその他

の副画像情報チャネル(第1図及び第2図に図示せず)用の入力変換器として同様に配置されており、入力サブアレー12により感知された像を示す一組の出力スパイク列を効果的に組み立てる多重チャネルシステムが提供される。光受容体14は、一列に配置されたフォトセル、光ダイオード又はフォトトランジスタとし、又は平面状の集積素子の上に光受容体を形成した小集合体の形態とすることも出来る。所望であれば、光学系を設け、主たる及び二次的関心の対象を、選択した視界によりアレー12上に画像化することも出来る。

入力サブアレー12の出力を受け取り、特定の光受容体14の光対信号入力/出力関数である換算係数を導入する換算係数調整器20が設けられる。該換算係数は、経験的に求められ、例えば、特定の光受容体14の感度及びスペクトル応答性の関数として変化する。更に、該換算係数調整装置20はロガリズム関数(典型的に \log_e)を導入し、光受容体14の関数応答性を補正することが出来る。入力サブアレー12が例えば走査カメラの一部である場合、該カメラは典型的にロガリズム関数の補正を行う。

換算係数5の調整装置20の適宜に調整された出力は、適宜なバス22接続を介して3つの信号加重フィルタ24、26、28の各々に付与される。各信号加重フィルタは、換算係数調整装置20の係数が調整された全ての信号出力を受け取り、それぞれの出力に特定の重み値を掛け、

以下により詳細に説明するそれぞれの神経変換に関係する空間フィルタ効果を提供する。入力サブアレー12の16本の信号線の場合、好適な実施例15に対する信号加重フィルタ24、26、28の重み値は、入力サブアレー12に対応する 4×4 のアレー形態にて提供され、以下の表I、II、IIIにそれぞれ掲げてある。

表 I

-0.423000	-0.004000	-0.118000	-0.099000
-0.329000	3.366000	0.888000	-0.285000
0.343000	8.327000	1.527000	-0.297000
-0.287000	-0.706000	-0.210000	-0.474000

表 II

-0.028300	-0.139600	-0.029400	-0.178400
-0.377900	-0.725700	-0.243300	0.083600
-0.273900	1.861400	-0.184400	-0.168000
-0.156200	-0.367900	-0.218200	-0.185200

表 III

-0.028640	0.128490	0.155270	-0.033330
-0.108840	0.159940	0.183120	0.350690
-0.081850	0.212080	0.082500	-0.007050
-0.066830	-0.180620	-0.005260	0.068260

表I、II、IIIの3つの信号加重フィルタ24、26、28の値は生理的データを分析して経験的に求めたものである。一般に、センサアレー12に形成される像を示すための数学的基底を形成するように、一組の信号加重

フィルタを選択することを要する。このチャネルの解像度は、入力サブアレー12内の光受容体14の数、及び信号加重フィルタの数により制御される。信号加重フィルタ24、26、28により信号加重を行った後、それぞれの出力を加算増幅器30、32、34に供給し、該増幅器が個々の重み付けした入力を加算し、単一のそれぞれのスカラー出力Sを提供し、この出力をそれぞれ3次関数(即ち、 $S^3 = as^3 + bs^2 + cs + d$)発生器36、38、40に入力して、各信号の換算値を非線形的方法で付与し、低い入力信号値を補正する。加算増幅器は、加算モードで構成された従来の作用可能な増幅器から製造することが出来、3次関数発生器36、38、40は従来のアナログ乗数器から製造することが出来る。

サンプル及びホールド回路42、44、46がそれぞれ3次関数発生器36、38、40の出力側に設けられ、出力電圧値を連続的にサンプル採取し得るようにしてある。システム10は、フレーム毎に出力刺激神経細胞インパルスを発生させ得るようにしてあり、各フレーム後、及び該フレームの後にシミュレートされた神経細胞インパルスが発生される。1つのフレームは、調時信号をT-Tによりシステム全体を基準として終結され、該信号がサンプル及びホールド回路42、44、46に付与されたとき、それぞれの回路は信号値をその入力側に格納し、以下に説明するようにその後処理する。各サンプル及びホールド回路42、44、46は、モスフェット(MOSFET)

のような直列接続されたコンデンサ及びスイッチにより画成することが出来る。

神経変換関数装置48,50,52は、それぞれサンプル及びホールド回路42,44,46の出力側に設けられている。各神経変換関数装置48,50,52は、それぞれのサンプル及びホールド回路42,44,46に格納された値を掛ける、経験的に求めた、時間に依存する神経細胞変換関数を含んでいる。変換は、例えばウォルシュパターン(Walsh patterns)のような数学的に完全な刺激物に対する生物の神経細胞の応答を測定することにより求められる。経験的に、神経変換関数装置48,50,52内に提供された変換関数は、実際の神経細胞の応答性の統計学的に有効なアナログ値である。これら波形は、対応する3つの信号加重フィルタ24,26,28と共に、システム10が脳の視覚的皮質を刺激するのに使用シミュレートされた信号パルスを生産させることを許容する。

神経細胞の波形装置48に対する神経細胞の波形は第4図に拡大して再現されており、第4図で横軸は時間を示し、縦軸は大きさを示す。第4図の神経細胞の波形は又第5図にも量的に示されており、左軸は0乃至315msの範囲でミリ秒による時間を示し、右軸は対応する大きさを示す。同様の方法にて、変換関数装置50,52の神経細胞波形がそれぞれ第6図及び第8図に拡大して図示されており、その量的データは、第7図及び第9図に示されている。これら神経変換関数装置48、

50,52の例は、生理学的データを分析して経験的に求めたものである。波形の数は、信号加重フィルタの数により決まり、第1図には、一例として3つの信号加重フィルタ24,26,28が図示されている。第1図にバス22の点線延長部、及び信号加重フィルタ24,28の上下の点線のブロックで示すように、信号加重フィルタの数は、各信号加重フィルタが数学的に直交状態にある限り、所望の解像度いかんにより変えることが出来る。第5図、第7図及び第9図には、時間と対応するデータ値が64示されているが、1ミリ秒間隔のデータ値を利用して信号処理を行うことが望ましく、これらの値は第5図、第7図、第9図に示したデータ値を補間することにより得られる。本発明の神経細胞波形及び神経細胞生理に関するその他の開示は引用して本明細書に含めた次の刊行物に記載されている。

J. Neurophysiol. Vol. 57:132-146に記載されたリッチモンド(Richmond), B.J., L.N. オプティカン(Optican), M. ポデル(Podell)及びH. スピッツァ(Spitzer) (1987年1月)による「霊長類の下位側頭部皮質内の単一ユニットによる二次元的パターンの時間的暗号化: I. 応答特性(Temporal encoding of two-dimensional patterns by single units in primate inferior temporal cortex: I. Response characteristics)」。

J. Neurophysiol. Vol. 57:147-161に記載されたリッチモンド(Richmond), B.J., L.N. オプティカン(Optican)

(1987年1月)による「霊長類の下位側頭部皮質内の単一ユニットによる二次元的パターンの時間的暗号化: II. 応答波形の定量化(Temporal encoding of two-dimensional patterns by single units in primate inferior temporal cortex: II. Quantification of response waveform)」。

J. Neurophysiol. Vol. 57:162-178に記載されたリッチモンド(Richmond), B.J., L.N. オプティカン(Optican) (1987年1月)による「霊長類の下位側頭部皮質内の単一ユニットによる二次元的パターンの時間的暗号化: III. 情報の理論的分析(Temporal encoding of two-dimensional patterns by single units in primate inferior temporal cortex: III. Information theoretic analysis)」。

Society for Neuroscience 要約12:431のリッチモンドB.J.及びL.N. オプティカン(1986年)による「皮質神経細胞スパイク列による像の時間的暗号化: I. 多重フィルタ仮説(Temporal encoding of pictures by striate neuronal spike trains. I. The multiple-filter hypothesis)」。

Society for Neuroscience 要約12:431のオプティカンL.N.及びB.J. リッチモンド(1986年)による「皮質神経細胞スパイク列による像の時間的暗号化: II. 複雑な細胞の応答性の予測(Temporal encoding of pictures by striate neuronal spike trains. II. Prediction of response characteristics of complex cells)」。

神経変換関数装置48,50,52における時間に依存する神経細胞伝達機能にそれぞれのサンプル及びホールド回路42,44,46に格納された値を掛けたならば、加算増幅器54には、入力サブアレー12により感知された像に関する時間と共に変化する出力の値が得られる。加算増幅器54の出力は、アナログデジタル変換器56に付与し、デジタル化した出力を求め、その後、以下により詳細に説明するようにスパイク列に変換される。

神経変換装置48,50,52は、第1図及び第2図に機能ブロック形式で示してあり、格納したプログラム制御によるプロセッサによりデジタル型式にて実行することが望ましい。例えば、第10図に図示するように、神経細胞波形装置48,50,52、及び加算増幅器54により行われる機能は読み出し専用(RON)102、及びランダムアクセス記憶装置(RAM)104に結合されたマイクロプロセッサ100により行われる。マルチプレクサ106はサンプル及びホールド回路42,44,46から入力を受け取り、適当な「選択」信号にตอบสนองし、アナログデジタル(A/D)変換器108に選択されたサンプル及びホールド値を提供し、該アナログデジタル変換器108は、マイクロプロセッサ100に対し対応するデジタル化したサンプル及びホールド値を提供する。クロック100が各種の装置に必要な調時及び制御信号を付与し、同期化した作動状態にする。

RON102は、第5図、第7図及び第9図の表のデータ

を含む。クロック110は、マルチプレクサ106に調時及び制御信号を付与し、デジタル化されかつマイクロプロセッサ100内の汎用レジスタの1つに格納された1つのサンプル及び保持値を選択する。この手順は、3つのサンプル及びホールド値を示す3つのデジタル値がデジタル形式にて格納されるまで反復される。次に、マイクロプロセッサ100が、最初の神経細胞波形に対してROM102から最初の値（即ち1=0ms）を読み取り、サンプル及びホールド回路42内の対応するデジタル値を掛け、それぞれの積を時間的にRAM104に格納する。同様の方法にて、第2及びその後の神経細胞波形に対する最初の値をROM102から求め、それぞれのサンプル及びホールド回路からの対応する値を掛け、その積を格納する。次に、3つの積をデジタル的に加算し、その結果を再格納する。次に、各種の神経細胞波形の2回目の値を求め、それぞれのデジタルサンプル及びホールド値を掛け、その加算値をRAM104に格納する。了知されるように、この手順は、第1図及び第2図の機能ブロック線図のアナログデジタル変換器56の出力に対応する一組の出力値が得られるまで、反復的にて繰返される。従って、第10図は、第1図及び第2図の機能ブロック48、52、54、56を実行する回路を提供する。

神経細胞波形にそのそれぞれのサンプル及びホールド値を掛けたならば、第1図及び第2図に機能型式nで示し、又は第10図にプロセッサ実行形態にて示すよ

適当な電圧値（典型的に50乃至100のマイクロ秒スパイク幅持続時間の10乃至500マイクロボルト）のスパイク列を付与し、視覚皮質の適当な箇所又は領域を刺激する。

第2図のマイクロプロセッサ58は、第11図の制御手順に従って作動し、アナログデジタル変換器56から出力されるデジタル値の間数として時間的に変調されたスパイク列を提供する。第11図に図示するように、システムは、1乃至最大値N...を有するデータプリンタ変数Nを格納することにより、一部分、初期化する。この変数の10は、該フレームのデジタルデータ値の加算数を示し、該フレームのスパイク列に変換しなければならない。例えば、フレームは、第5図、第7図、第15図及び第9図に示した64の時間値を補間することにより求められるN...-300デジタル値により示すことが出来、その各値は、神経細胞波形（第4図乃至第9図）及びサンプル及びホールド値の対応する値の積の加算値である。

初期化後、ワンショット72を助起させ、50乃至100マイクロ秒のパルス持続時間、及び選択された電圧値を有する最初のスパイクを提供する。あるフレームの全てのデジタルデータ値が処理されたか、即ち、N=N...であるかどうか質問し、そうであれば、制御は次のフレームの再初期化に戻る。全てのデジタルデータ値の処理された数が25以下である場合、N番目のデ

ータその積を加算しかつデジタル化すれば、デジタル出力はスパイク列に変換し、その暗号情報の間隔は、機能的に入力サブアレー12により感知されたものと機能的に関係している。第2図に示すように、処理された神経細胞波形値の一連のデジタル値を示すアナログデジタル変換器56のデジタル出力は格納されたプログラムで制御するマイクロプロセッサ58に付与され、該マイクロプロセッサ58は、第11図に示すようにプログラム順序を含む読み出し専用記憶装置（ROM）60、及びランダムアクセス記憶装置（RAM）62に結合され各種の間隔及びその他の値を格納する。クロック64は、調時パルスを提供する一方、コントローラ66は、必要な選択、作動及び制御信号を付与し、各種の操作を同期化状態にて作動させる。マイクロプロセッサ58は、適当な制御回路を介してカウンタ68にて結合され、該カウンタ68はレジスタ70からの予め設定された閾値xが並列装填される。カウンタ68の出力は、1ショットの単安定マルチバイブレータ72に付与され、該バイブレータ72は適当なトリガ信号にตอบสนองし、選択されたパルス振幅及び持続時間のパルス又はスパイクが付与される。

以下に説明するように、一連のスパイクには、入力サブアレー12により感知された像からの暗号化した情報を含むスパイクの時間的間隔が付与される。一つの単安定マルチバイブレータ72の出力は、増幅増幅器74を介して付与され、該増幅器74は電圧出力を制御し、

ジタルデータ値をカウンタ68に付与する。カウンタ68の加算が、予め選択された値X（例えば1000）より大きいかなかを質問し、否であれば、データ30のプリンタNを1だけ増分し、プログラムは、NがN1xに等しくないならば次のデータ値カウンタ68に付与する。カウンタ加算値が、Xより大きい場合、カウンタはレジスタ70から並列装填を実行してXだけ減分され、これと同時に、ワンショット72を助起させて、次の連続的なスパイクを形成する。その後、データポイントNをプログラムループにより1だけ増分し、X以上のときXだけ減分させたデジタルデータ値をカウンタ68に付加し、次の連続的なスパイクを発生させる。了知されるように、各スパイク間の持続時間は、デジタル値がX以上となり、時間的に調整したスパイク列が発生される、即ち、神経細胞波形（第4図及び第9図）の対応する値と入力サブアレー12により感知される像の間数であるサンプル及びホールド値との間の間数として、スパイク間のタイミングが変化するスパイク列となる速度の間数である。

ショット72のスパイク列の出力は、増幅器74に付与され、該増幅器74は典型的に10乃至100マイクロボルト以上でないバッファされた出力を付与し、該出力は患者の眼に適当に選択した視覚的皮質上の選択された箇所に配置された神経細胞プローブに付与され、神経細胞を刺激し、入力サブアレー12により感知された

工芸用具に関する情報を脳に伝達する装置及び方法を
提供する各種の変形例が可能であることが理解されよう。

パターンと関数的に關係する像又は光パターンを知覚する。その他の關係するチャンネル(第1図及び第2図に図示せず)は同様に全体的な入力アレー8の視覚マップに対応する電極格子パターンにて配置されたその他の神経細胞電極を同様に刺激する。

一例としての時間的に変調したスパイク列、その対応する波形、及び対応するウォルシュパターンは、第12図及び第13図に示しており、図示するように、スパイク間の間隔、及びその変化速度は波形の関数として変化し、時間的に変調したスパイク列を発生させる。實際上、スパイク間の間隔は1乃至300のミリ秒の範囲で変化することが分かっている。

本発明は感知された光学的像に 대응する励起されたスパイク列を提供するのに有用であるとして説明したが、応答素子、又は圧力応答素子のアレーのようなものも同様に利用し、感知された音又は圧力に 対応するシミュレートされたスパイク列を提供することも出来る。本発明は、人間が、シミュレートされたスパイク列に基づく視覚が外部刺激又はパラメータに 関数的に關係するような方法にて自然に発生するスパイク列を模倣する時間的に変調されたシミュレートされた神経細胞スパイク列を介して環境パラメータを感知することを許容する点で有利である。当業者には明らかであるように、請求の範囲及びその均等物により定める本発明の精神及び範囲から逸脱せず、本発明による人

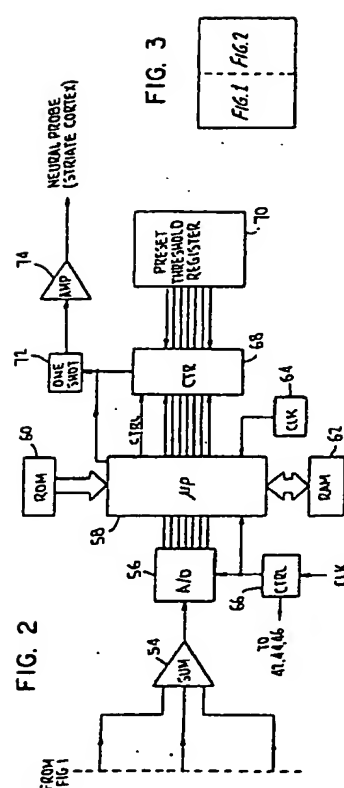
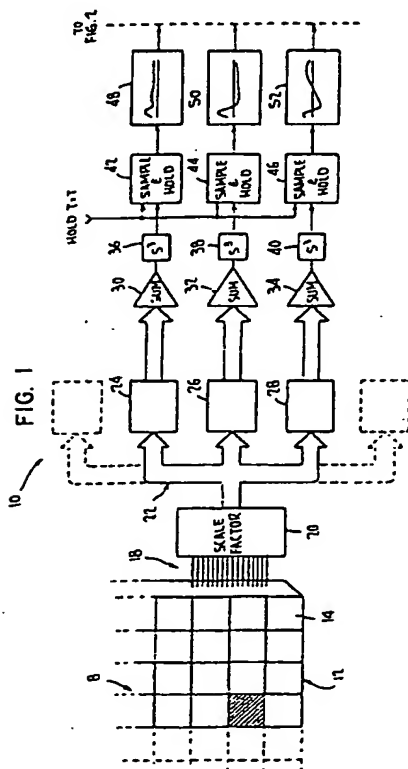


FIG. 8

FIG. 6

FIG. 4

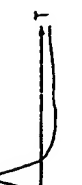


FIG. 5-1

TIME (ms)	VALUE
0	0.0443110
5	0.0753230
10	0.1170940
15	0.1632160
20	0.2041640
25	0.2312780
30	0.2403380
35	0.2327660
40	0.2138700
45	0.1901990
50	0.1671190
55	0.1478710
60	0.1337540
65	0.1247830
70	0.1202900
75	0.1192430
80	0.1204720
85	0.1226630
90	0.1247080
95	0.1259050
100	0.1261860
105	0.1257600
110	0.1248300
115	0.1233810
120	0.1214200
125	0.1191800
130	0.1170440
135	0.1153290
140	0.1138810
145	0.1122680
150	0.1103080

155	0.1082660
160	0.1064810
165	0.1049240
170	0.1032050
175	0.1010860
180	0.0987560
185	0.0966750
190	0.0951690
195	0.0942760
200	0.0937720
205	0.0933940
210	0.0929080
215	0.0921320
220	0.0910240
225	0.0896700
230	0.0882570
235	0.0870030
240	0.0860130
245	0.0851340
250	0.0841740
255	0.0830530
260	0.0819270
265	0.0809990
270	0.0803430
275	0.0798240
280	0.0793820
285	0.0790450
290	0.0787980
295	0.0783580
300	0.0772410
305	0.0751700
310	0.0722010
315	0.0687870

FIG. 5-2

FIG. 7-1

TIME (ms)	VALUE
0	0.0834020
5	0.1409390
10	0.2076300
15	0.2662960
20	0.2995730
25	0.2982760
30	0.2648230
35	0.2102740
40	0.1482040
45	0.0894680
50	0.0403130
55	0.0027080
60	-0.0240520
65	-0.0417880
70	-0.0525610
75	-0.0584730
80	-0.0616610
85	-0.0640590
90	-0.0670390
95	-0.0707800
100	-0.0747410
105	-0.0783210
110	-0.0813300
115	-0.0838470
120	-0.0857630
125	-0.0867970
130	-0.0869870
135	-0.0868480
140	-0.0868450
145	-0.0868750
150	-0.0863130

155	-0.0847000
160	-0.0822130
165	-0.0794450
170	-0.0770480
175	-0.0755010
180	-0.0751240
185	-0.0759200
190	-0.0775990
195	-0.0795150
200	-0.0809070
205	-0.0811940
210	-0.0802140
215	-0.0784800
220	-0.0768480
225	-0.0760120
230	-0.0758960
235	-0.0758870
240	-0.0753500
245	-0.0741620
250	-0.0727020
255	-0.0714120
260	-0.0705010
265	-0.0696150
270	-0.0681390
275	-0.0656960
280	-0.0626150
285	-0.0597700
290	-0.0579760
295	-0.0572640
300	-0.0568420
305	-0.0557990
310	-0.0535720
315	-0.0502330

FIG. 7-2

FIG. 9-1

TIME (ms)	VALUE
0	0.0994760
5	0.1402630
10	0.1676830
15	0.1638380
20	0.1216490
25	0.0499750
30	-0.0311940
35	-0.1011310
40	-0.1475100
45	-0.1690590
50	-0.1718990
55	-0.1640830
60	-0.1516910
65	-0.1381650
70	-0.1257560
75	-0.1158630
80	-0.1086250
85	-0.1027740
90	-0.0964920
95	-0.0887020
100	-0.0794260
105	-0.0693570
110	-0.0593190
115	-0.0501140
120	-0.0420100
125	-0.0344360
130	-0.0264240
135	-0.0176150
140	-0.0085510
145	0.0004030
150	0.0095770
155	0.0194610

160	0.0297030
165	0.0390350
170	0.0463420
175	0.0515310
180	0.0555400
185	0.0594000
190	0.0637840
195	0.0689570
200	0.0749680
205	0.0814380
210	0.0875220
215	0.0922280
220	0.0950710
225	0.0963460
230	0.0969210
235	0.0978230
240	0.0995210
245	0.1018150
250	0.1041270
255	0.1061120
260	0.1078720
265	0.1095030
270	0.1107770
275	0.1113810
280	0.1112050
285	0.1103960
290	0.1089000
295	0.1062970
300	0.1019720
305	0.0957650
310	0.0881450
315	0.0800220

FIG. 9-2

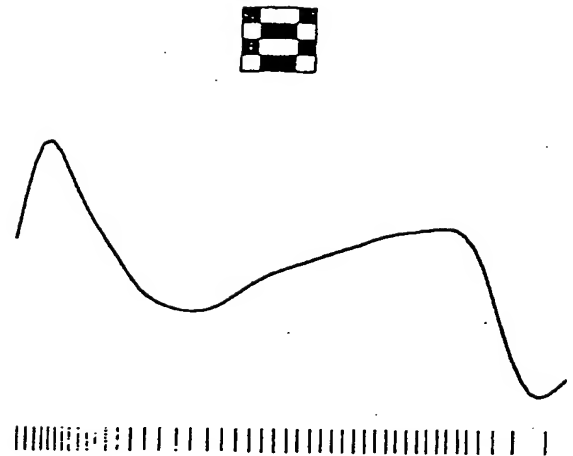
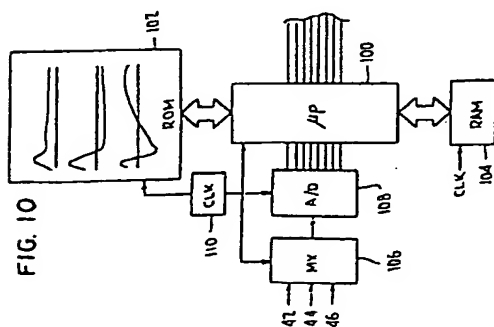
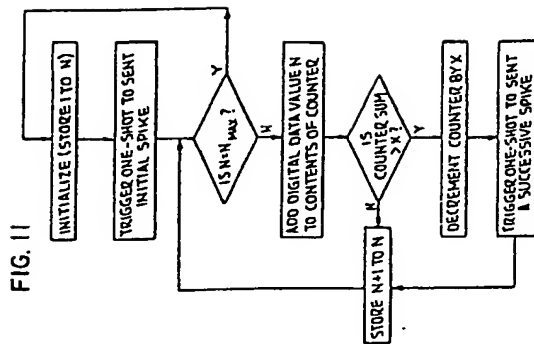


FIG. 12

平成 3 年 1 月 22 日

特許庁長官 樋 松 敏 昭

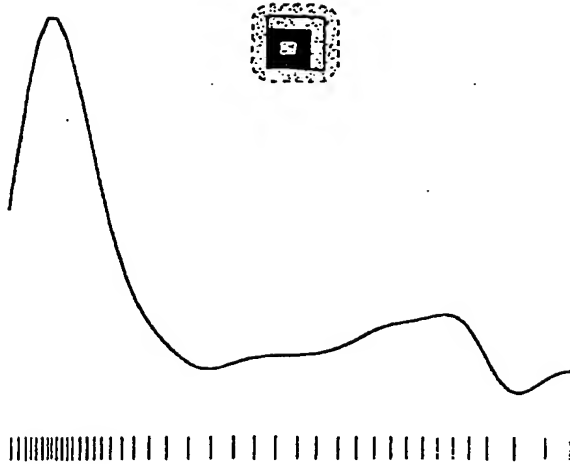


FIG. 13

浄書(内容に変更なし)

請求の範囲(補正)

3. 神経細胞プローブを使用して脳に付与することの出来るセンサにより感知された外部刺激に関するシミュレートされた神経細胞信号を発生させる装置にして、

前記センサにより発生された前記感知された外部刺激を示す複数の電気信号を入力する手段と、

前記入力電気信号を各々複数の時間的に変調したシミュレートされた神経細胞パルスを含む複数のシミュレートされた神経細胞信号に変換する手段とを備えることを特徴とする装置。

4. 請求の範囲第3項に記載の装置にして、前記入力手段が信号ファクタ調整装置を備えることを特徴とする装置。

5. 請求の範囲第3項に記載の装置にして、前記変換手段が、複数の所定の軽量値により各電気信号を重み付けして複数の加重信号を発生させる手段と、

各組の加重信号を加算し、複数の加算信号を発生させる手段と、

複数の所定の変換を利用して前記複数の加算信号を複数の時間に依存する信号に変換する手段と、

前記複数の時間に依存する信号を加算し、時間に依存する加算信号を発生させる手段と、

前記時間に依存する加算出力を利用して前記複数のシミュレートされた神経細胞インパルスが発生させる

1. 国際出願番号

PCT/US89/03070

2. 発明の名称

人工装置の情報を脳に伝達する装置及び方法

3. 特許出願人

住 所 アメリカ合衆国、22161 ヴァージニア、
スプリングフィールド、ポート・ロイヤル・ロード 5285
名 称 アメリカ合衆国

4. 代理人

〒107

住 所 東京都港区赤坂3丁目2番3号
ニュー赤坂ビル7階
(電話 3586-0108・0109番)

氏 名 (6006) 弁護士 奥山尚男
(ほか2名)

5. 補正書の提出年月日

1990年6月18日

6. 添付書類の目録

(1) 補正書の翻訳文

1通



手段とを備えることを特徴とする装置。

6. 請求の範囲第5項に記載の装置にして、前記複数の所定の変換の各々の数学的に直交状態にあることを特徴とする装置。

7. 請求の範囲第5項に記載の装置にして、前記発生手段が、前記時間に依存する加算出力の複数の間隔に対する連続的の大きさの複数の値を求める手段と、

第1の順序の大きさの値を第2の連続的の大きさの値に付与し、付与した大きさの値を求める手段と、

前記付与した大きさの値を所定の大きさの値と比較する手段と、

最初にシミュレートされた神経細胞インパルスが発生させ、かつ前記比較手段が前記付与した大きさの値を前記所定の大きさの値より判断したとき、その後のシミュレートされた神経細胞パルスが発生させるパルス発生手段とを備えることを特徴とする装置。

8. 請求の範囲第7項に記載の装置にして、

前記付与した大きさの値が前記所定の大きさの値より大きいとき、所定の大きさの値を前記付与した大きさの値から差し引き、差し引いた大きさの値を求める手段を備え、前記付与手段が、前記差し引いた大きさの値、及び次の連続的の大きさの値を付加しその後付与した大きさの値を求めることを特徴とする装置。

9. 神経細胞プローブを利用して脳に付与することの出来る外部の視覚的刺激に関するシミュレートされ

た神経細胞信号を発生させる装置にして、

外部の視覚的刺激を感知する手段と、

前記感知した外部の視覚的刺激を複数の時間的に変調したシミュレートされた神経細胞インパルスを含むシミュレートされた神経細胞信号に変換する手段とを備えることを特徴とする装置。

10. 請求の範囲第9項に記載の装置にして、前記感知手段が各々、前記感知した外部の視覚的刺激の一部に関する情報を包含する複数の電気信号を出力することを特徴とする装置。

11. 請求の範囲第10項に記載の装置にして、前記感知手段が、一列に配置された複数の光受容体を備えることを特徴とする装置。

12. 請求の範囲第10項に記載の装置にして、前記変換手段が、

複数の所定の計量値を有する各電気信号を計量し、複数の組の加重信号を発生させる手段と、

各組の加重信号を加算し、複数の加算信号を発生させる手段と、

複数の所定の変換を使用して前記複数の加算信号を複数の時間に依存する信号に変換する手段と、

前記複数の時間に依存する信号を加算し時間に依存する加算出力を発生させる手段と、

前記時間に依存する加算した出力を使用して前記複数のシミュレートされた神経細胞インパルスが発生さ

せる手段とを備えることを特徴とする装置。

13. 請求の範囲第12項に記載の装置にして、前記複数の所定の変換の各々が数学的に直交状態にあることを特徴とする装置。

14. 請求の範囲第12項に記載の装置にして、前記発生手段が、

前記時間に依存する加算出力の複数の間隔に対する連続的大きさの複数の値を求める手段と、

第1の連続的大きさの値を第2の連続的大きさの値に付加し、付加した大きさの値を求める手段と、

前記付加した大きさの値を所定の大きさの値と比較する手段と、

最初のシミュレートされた神経細胞インパルスを発生させ、前記比較手段が前記付加した大きさの値が前記所定の大きさの値より大きいと判断したとき、その後のシミュレートされた神経細胞インパルスを発生させるパルス発生手段とを備えることを特徴とする装置。

15. 請求の範囲第13項に記載の装置にして、前記付与した大きさの値が前記所定の大きさの値より大きいとき、前記所定の大きさの値を前記付与した大きさの値から差し引き、差し引いた大きさの値を求める手段を備え、前記付与手段が前記差し引いた大きさの値、及び次の連続的大きさの値を付与しその後の付与した大きさの値を求めることを特徴とする装置。

16. 光検出装置から複数の電気的信号として受け取

った視覚的情報を複数の暗号化した信号に暗号化する装置にして、

視覚的情報を示す複数の電気的信号を入力する手段と、

前記複数の電気的信号を複数の暗号化した信号に変換する手段とを備え、前記変換手段が各電気的信号を複数の所定の重み値により重み付けし複数の組の加重信号を発生させる手段と、

各組の加重信号を加算し複数の加算信号を発生させる手段と、

複数の所定の変換を使用して前記複数の加算信号を時間に依存する複数の信号に変換する手段と、

前記時間に依存する複数の信号を加算し前記暗号化した信号の1つを発生させる手段を備えることを特徴とする装置。

17. 請求の範囲第16項に記載の装置にして、前記複数の所定の変換の各々が数学的に直交状態にあることを特徴とする装置。

18. 神経細胞プローブを使用して脳に付与することの出来る外部刺激を示す複数のシミュレートされた神経細胞信号を発生させる方法にして、

外部刺激を感知する段階と、

感知された外部刺激を各々複数の時間的に変調したシミュレートされた神経細胞インパルスを含む複数のシミュレートされた神経細胞信号に変換する段階を備

えることを特徴とする方法。

19. 請求の範囲第18項に記載の方法にして、前記感知段階が、外部刺激を感知する段階と、各々前記刺激点を示す情報を包含する前記刺激を示す複数の電気的信号を提供する段階とを更に備えることを特徴とする方法。

20. 請求の範囲第19項に記載の方法にして、前記変換段階が、

各電気的信号を複数の所定の重み値により重み付けし複数の組の加重信号を発生させる段階と、

各組の加重信号を加算し、複数の加算信号を発生させる段階と、

複数の所定の変換を使用して前記複数の加算信号を時間に依存する複数の信号に変換する段階と、

前記時間に依存する複数の信号を加算し時間に依存する加算出力を発生させる段階と、

前記時間に依存する加算出力を使用して前記複数のシミュレートされた神経細胞インパルスを発生させる段階を備えることを特徴とする方法。

21. 前記変換段階にて使用した前記複数の所定の変換の各々が数学的に直交状態にあることを特徴とする方法。

22. 請求の範囲第20項に記載の方法にして、前記発生段階が、

前記時間に依存する加算出力の複数の間隔に対し連

続的大きさの複数の値を求める段階と、

第1の連続的大きさの値を第2の連続的大きさの値に付加し、付加した大ききの値を求める段階と、

前記付加した大ききの値を所定の大ききの値と比較する段階と、

最初のシミュレートされた神経細胞インパルスが発生し、前記比較手段が前記付加した大ききの値が前記所定の大ききの値より大きいと判断したとき、その後のシミュレートされた神経細胞インパルスが発生させる段階とを備えることを特徴とする方法。

23. 請求の第22項に記載の方法にして、前記付加した大ききの値が前記所定の大ききの値より大きいとき、前記所定の大ききの値を前記付加した大ききの値から差し引き、差し引いた大ききの値を求める段階を備え、前記付加段階が前記差し引いた大ききの値及び次の連続的大きさの値を付加し、前記付加した大ききの値を求めることを特徴とする方法。

24. 光検出装置から複数の電気的信号として受け取った視覚的情報を複数の暗号化した信号に暗号化する方法において、

複数の組の加重値に対する値を求める段階と、

複数の直交状態の変換値を求める段階と、

視覚的情報を示す複数の電気的信号を入力する段階と、

前記複数の電気的信号を複数の暗号化した信号に変

換する段階とを備えることを特徴とする方法。

25. 請求の範囲第24項に記載の方法にして、前記変換段階が、

前記複数の所定の重み値を有する各電気的信号を重み付けし、複数の組の加重信号を発生させる段階と、各組の加重信号を加算し、複数の加算信号を発生させる段階と、

前記複数の所定の変換を使用して、前記複数の加算信号を複数の時間に依存する信号に変換する段階と、

前記複数の時間に依存する信号を加算し、前記暗号化した信号の1つを発生させる段階とを備えることを特徴とする方法。

26. 神経細胞プローブを使用して脳に付与することの出来る外部刺激に関するシミュレートされた神経細胞信号を発生させる装置にして、

前記外部の視覚的刺激を感知する光受容体アレーであって、各々が前記外部の視覚的刺激の一部を示す電気的信号を発生させる光受容体と、

前記アレーの各光受容体に対して1つずつの複数の変換の加重信号を発生させる手段とを備え、前記発生手段が、

複数の所定の組の加重信号を格納する手段と、

各々が1組の前記電気的信号及び前記加重信号を掛けて複数の組の加重信号を求める複数の乗算器と、

各組の加重信号に1つずつ設けられ、各組の加重信

号を付与して複数の加重信号を求める複数の加重増幅器と、

各加重信号に1つずつ設けられ、前記各加重信号を換算し、複数の測定された信号を求める複数の3次関数発生器と、

各測定した信号に1つずつ設けられ、前記複数の換算した信号をサンプリングしかつ保持する複数のサンプル及びホールド回路と、

複数の組の所定の神経変換値を格納する手段と、

前記複数の換算した信号を選択するマルチプレクサと、

サンプリングしかつ保持した前記選択された換算した信号の各々をデジタル化した換算信号にデジタル変換するアナログデジタル変換器と、

前記デジタル化した換算信号に対応する神経変換値を掛け、変換した信号を求め、前記変換した信号を付加して変換値の加重信号を求めるマイクロプロセッサと、

前記複数の変換値の加重信号を複数のシミュレートされた神経細胞信号に変換し、各シミュレートされた神経細胞信号が複数の時間的に変調しかつシミュレートされた神経細胞インパルスを含む手段を備え、前記変換手段が、

前記変換値の加重信号の連続的な間隔値を付与し、連続的な付加値を求めるマイクロプロセッサと、

予め設定された閾値を格納する閾値レジスタと、

前記連続的に付加した値が前記予め設定した閾値を越えるときカウンタ信号を発生させるカウンタと、前記シミュレートされた神経細胞インパルスの1つを発生させる単安定マルチバイブレータとを備えることを特徴とする装置。

手続補正書(方式)

手続補正書(方式)

平成 3 年 10 月 25 日

平成 3 年 12 月 24 日 通

特許庁長官 深 沢 亘 殿

特許庁長官 深 沢 亘 殿

1. 事件の表示

PCT/US89/03070
平成1年特許願第508412号

2. 発明の名称

人工装具の情報を脳に伝達する装置及び方法

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人
名称 アメリカ合衆国

4. 代理人

〒107
住所 東京都港区赤坂3丁目2番3号
ニュー赤坂ビル7階
(電話 3586-0108・0109番)
氏名 (6006) 井理士 奥山 尚 男
(ほか2名)

5. 補正命令の日付

平成 3 年 9 月 20 日
(発送日 平成 3 年 10 月 8 日)

6. 補正の対象

特許法第184条の5第1項の規定による書面の
特許出願人の代表者の鑑、明細書及び請求の
範囲の翻訳文の浄書、ならびに委任状・同訳文

7. 補正の内容

別紙のとおり

1. 事件の表示

PCT/US89/03070
平成1年特許願第508412号

2. 発明の名称

人工装具の情報を脳に伝達する装置及び方法

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人
名称 アメリカ合衆国

4. 代理人

〒107
住所 東京都港区赤坂3丁目2番3号
ニュー赤坂ビル7階
(電話 3586-0108・0109番)
氏名 (6006) 井理士 奥山 尚 男
(ほか2名)

5. 補正命令の日付

平成 3 年 11 月 20 日
(発送日 平成 3 年 12 月 10 日)

6. 補正の対象

補正書の翻訳文の浄書(内容に変更なし)

7. 補正の内容

別紙のとおり



国際調査報告 CTAS9/03070

CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER	
IPC (4) A61N 1/00	
CLASS. CL.	
128/097, 098, 420.5 623/25, 25	
DOCUMENTS CITED TO BE RELEVANT	
X	Journal of Neurophysiology, Vol. 57, No. 1, January 1987 January (USA), RICHMOND ET AL., "Temporal Encoding of Two-Dimensional Patterns By Single Units In Primate Inferior Temporal Cortex: I. Response Characteristics", see pages 132-144.
X	Journal of Neurophysiology, Vol. 57, No. 1, January 1987 January (USA), RICHMOND ET AL., "Temporal Encoding of Two-Dimensional Patterns By Single Units In Primate Inferior Temporal Cortex: II. Quantification Of Response Waveform", see pages 147-181.
X	Journal of Neurophysiology, Vol. 57, No. 1, January 1987 January (USA), OPTICAN ET AL., "Temporal Encoding of Two-Dimensional Patterns By Single Units In Primate Inferior Temporal Cortex III. Information Theoretic Analysis", see pages 162-178.
REMARKS	
31 OCT 1989	
ISA/US	